

Zdzisław MYSŁEK

WPLYW DOSZCZELNIANIA ZROBÓW ZAWAŁOWYCH NA DEFORMACJE POWIERZCHNI I GÓROTWORU

Streszczenie. Doszczelnianie zrobów zawałowych drobnofrakcyjnymi odpadami przemysłowymi, prowadzone głównie w ramach profilaktyki przeciwpozarowej i poprawy warunków wentylacyjnych, powoduje również zmniejszenie deformacji powierzchni. W artykule przedstawiono wyniki analizy wpływu doszczelniania zrobów zawałowych na wielkość współczynnika osiadania, służącego do prognozowania podstawowych wskaźników deformacji. Przedstawione zależności pozwalają określać wartość współczynnika osiadania w zależności od stopnia wypełnienia gruzowiska, współczynnika rozluźnienia zawału i ścisłości materiału doszczelniającego.

INFLUENCE OF CAVING AREA GROUTING ON THE SURFACE AND ROCK MASS SUBSIDENCE

Summary. Grouting of caving areas with fine-grained industrial waste that mines are using in aim to decrease fire hazard and improve ventilation, implicates decreasing of mine subsidence. The paper presents results of analysis of caving area grouting influence on. Relations that have been discussed allow to determine the value of subsidence coefficient in dependence of filling ratio, loosening ratio of caving, and compressibility of the grout.

1. Wstęp

Doszczelnianie zrobów zawałowych odpadami drobnofrakcyjnymi w postaci mieszanin wodnych, dzięki dobrym własnościom migracyjnym i penetracyjnym, pozwala na izolowanie zrobów od czynnych wyrobisk górniczych, poprawę warunków wentylacyjnych oraz ograniczenie zagrożenia pożarowego ze strony tych zrobów. Doszczelnianie zrobów zawałowych może również wpłynąć na zmniejszenie deformacji powierzchni i górotworu.

Ograniczenie deformacji powierzchni przez doszczelnianie zrobów zawałowych jest ściśle związane z ilością ulokowanych w zrobach odpadów i ich ściśliwością. Ilość możliwych do ulokowania w zrobach zawałowych odpadów drobnofrakcyjnych zależy od szeregu czynników, wśród których do najważniejszych należy zaliczyć [2]:

- rodzaj skał stropowych przechodzących w zawał,
- porowatość gruzowiska zawałowego,
- dostępność i stopień zaciśnięcia zrobów,
- nachylenie zrobów,
- sposób doszczelniania zrobów,
- rodzaj odpadów i własności mieszaniny doszczelniającej.

Teoretycznie ilość możliwych do ulokowania odpadów drobnofrakcyjnych w nie zaciśniętych zrobach zawałowych jest równa objętości wybranego złoża. Zatem przy całkowitym wypełnieniu zrobów odpadami drobnofrakcyjnymi wielkość deformacji powierzchni powinna być zależna w głównej mierze od ich ściśliwości. W praktyce rzadko następuje całkowite wypełnienie zrobów, zwykle wysokość doszczelnianej warstwy zrobów nie przekracza grubości wybieranego pokładu, co w istotny sposób wpływa na wielkość deformacji górotworu i osiadanie powierzchni. W artykule zostaną przedstawione teoretyczne rozważania nad wpływem doszczelniania zrobów na wielkość współczynnika osiadania, służącego do prognozowania wpływów prowadzonej eksploatacji na powierzchnię.

2. Doszczelnianie zrobów zawałowych a współczynnik osiadania

Jeśli przyjąć zgodnie z [1], że współczynnik osiadania jest równy stosunkowi objętości niecki osiadania wykształconej na powierzchni do objętości wybranego złoża, to dla eksploatacji z zawałem stropu doszczelnianym odpadami drobnofrakcyjnymi będzie miał postać:

$$\alpha_{z+p} = \frac{V_{nz+p}}{V_z} \quad (1)$$

gdzie:

V_{nz+p} - objętość niecki osiadania przy eksploatacji zawałowej z doszczelnianiem zrobów odpadami drobnofrakcyjnymi, m^3 ,

V_z - objętość wybranego pokładu, m^3 .

Objętość niecki osiadania dla eksploatacji zawałowej z doszczelnianiem zrobów jest równa objętości niecki zawałowej pomniejszonej o objętość niecki, jaka nie powstanie wskutek doszczelnienia zrobów.

Zatem

$$V_{nz+p} = V_{nz} - V_{nzn} \quad [\text{m}^3] \quad (2)$$

gdzie:

V_{nz} - objętość niecki zawałowej, m^3 ,

$$V_{nzn} = a_z V_z \quad [\text{m}^3] \quad (3)$$

a_z - współczynnik osiadania dla eksploatacji zawałowej,

$a_z = 0.7 - 0.8$,

V_{nzn} - objętość niecki zawałowej, jaka nie powstanie wskutek doszczelnienia zawału, m^3 ,

$$V_{nzn} = V_{nz} n_z (1-S) \quad [\text{m}^3] \quad (4)$$

n_z - stopień doszczelnienia zawału,

S - ścisłość odpadów drobnofrakcyjnych.

Stopień doszczelnienia zrobów zawałowych odpadami drobnofrakcyjnymi wyraża stosunek:

$$n_z = \frac{V_o}{V_z} = \frac{h_o}{g} \left(1 - \frac{1}{k_r} \right) \quad (5)$$

gdzie:

V_o - objętość ulokowanych w zrobach odpadów drobnofrakcyjnych, m^3 ,

h_o - wysokość doszczelnianej warstwy zawału, m,

g - grubość eksploatowanego pokładu, m,

k_r - współczynnik rozluźniania zawału.

W zależności od rodzaju warstw stropowych współczynnik rozluźniania zawału zgodnie z [3,4] zmienia się w przedziale $k_r = 1.15 \div 1.35$ (1.5). Natomiast maksymalna wysokość doszczelnianej warstwy zrobów zawałowych może wynosić:

$$h_{o \max} = g + h_z \quad [\text{m}] \quad (6)$$

gdzie:

h_z - wysokość zawału, m.

Zgodnie z [3] wysokość zawału określa się ze wzoru:

$$h_z = \frac{g}{k_r - 1} \quad [\text{m}] \quad (7)$$

Wykorzystując podane wyżej zależności współczynnik osiadania dla zawalu doszczelnianego odpadami drobnofrakcyjnymi przyjmuje postać:

$$a_{z+p} = a_z \left[1 - \frac{h_o \left(1 - \frac{1}{k_r} \right)}{g} (1-S) \right] \quad (8)$$

Ponieważ ściśliwość odpadów drobnofrakcyjnych można opisać zależnością:

$$S = A \ln(p+1) \quad (9)$$

gdzie:

A - współczynnik regresji zależny od rodzaju odpadów,

p - ciśnienie górotworu, kG/cm^2 ,

ostatecznie:

$$a_{z+p} = a_z \left[1 - \frac{h_o \left(1 - \frac{1}{k_r} \right)}{g} (1 - A \ln(1+p)) \right] \quad (10)$$

Przyjmując, że wysokość doszczelnianej warstwy zawalu będzie równa grubości wybranego pokładu czyli, $h_o = g$, współczynnik osiadania wyniesie:

$$a_{z+p} = a_z \left[1 - \left(1 - \frac{1}{k_r} \right) (1-S) \right] \quad (11)$$

Natomiast gdy mieszanina doszczelniająca wypełnia wszystkie pustki w zawale, tzn. gdy wysokość doszczelnianej warstwy jest równa

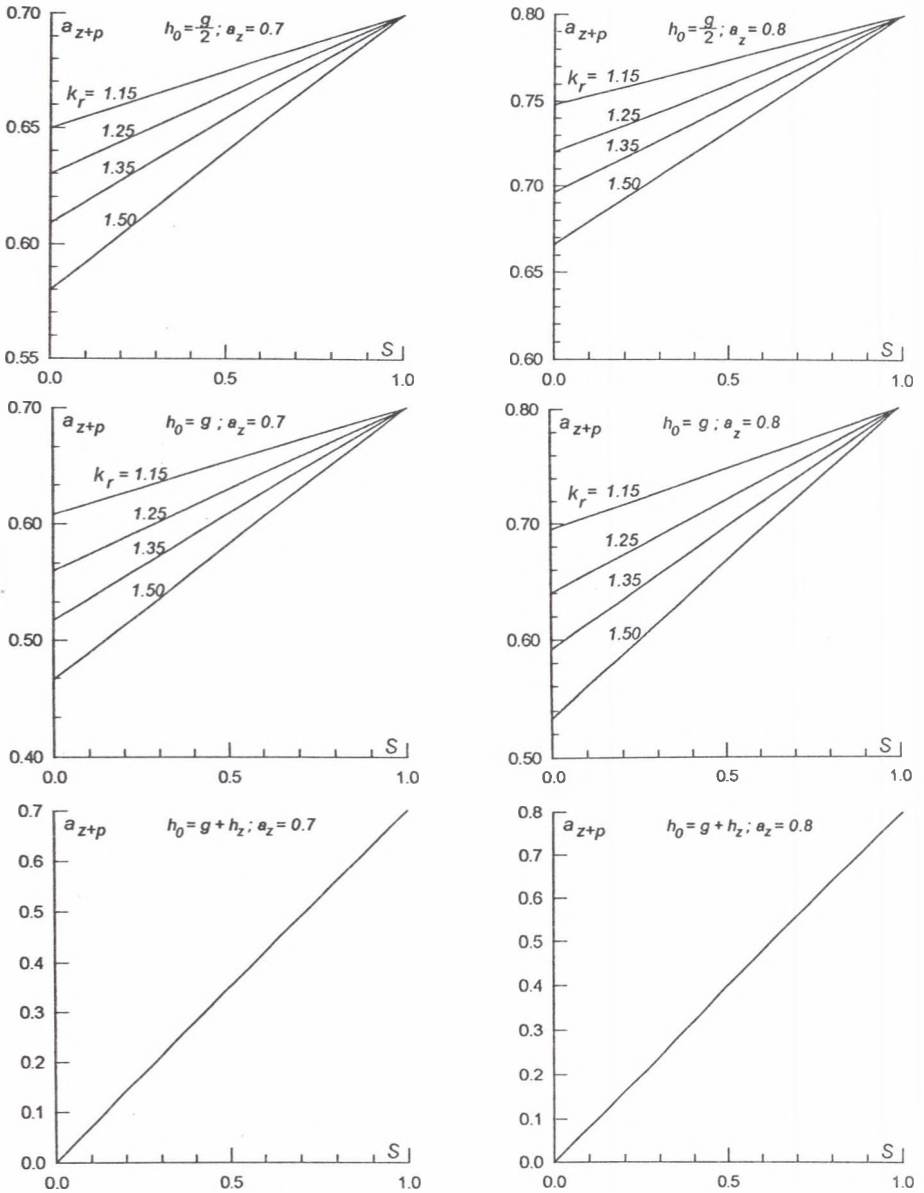
$$h_o = g + h_z$$

wówczas współczynnik osiadania będzie wynosić:

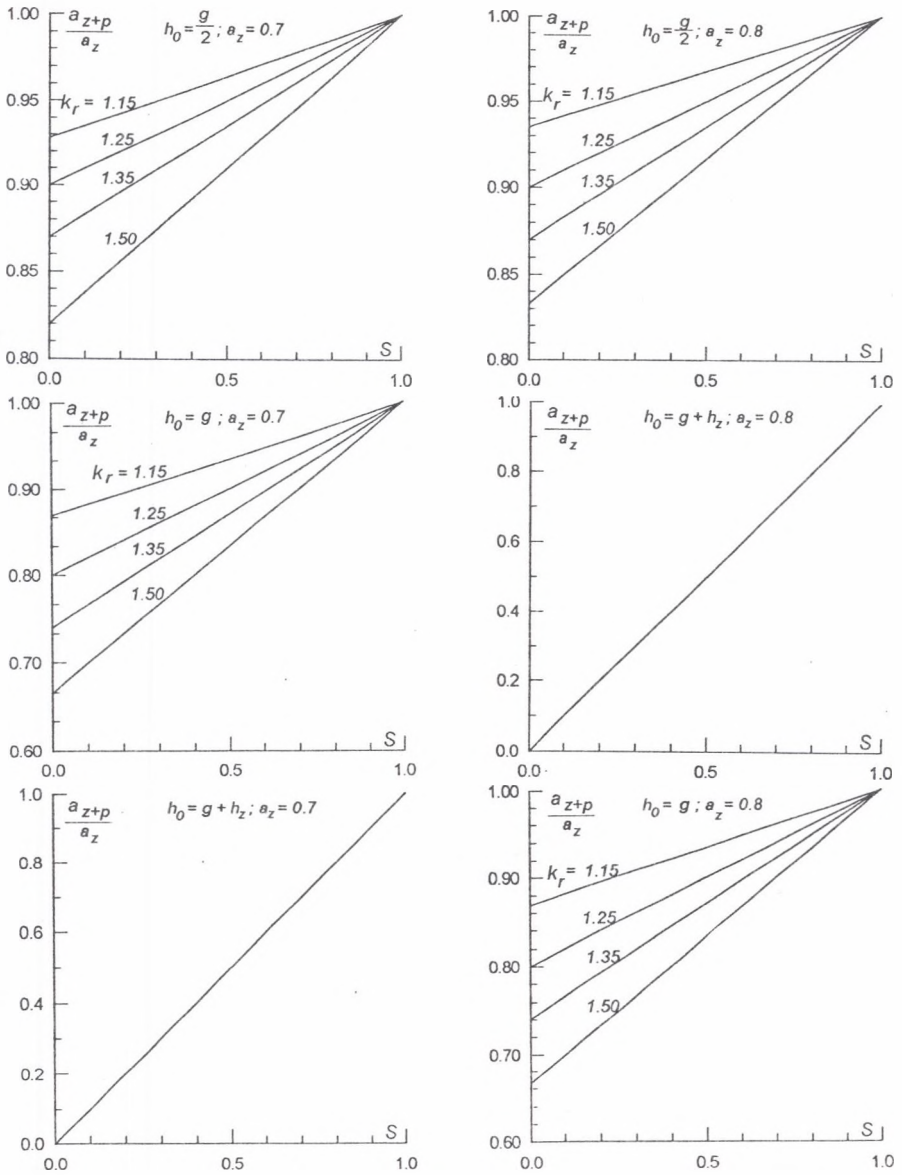
$$a_{z+p} = a_z \left[1 - \frac{(g+h_z) \left(1 - \frac{1}{k_r} \right)}{g} (1-S) \right] \quad (12)$$

3. Analiza wpływu doszczelniania zrobów zawałowych na wielkość współczynnika osiadania

W celu przeanalizowania wpływu doszczelniania zrobów zawałowych na zmniejszenie deformacji powierzchni przeprowadzono obliczenia wartości współczynnika osiadania dla różnego stopnia wypełnienia zrobów odpadami drobnofrakcyjnymi. Obliczenia wykonano, przyjmując wysokość doszczelnianej warstwy zawału równą $h_o = g/2$; g i $g + h_z$ oraz wartość współczynnika osiadania dla eksploatacji zawałowej $a_z = 0.7$ i 0.8 . Wyniki obliczeń przedstawiono na wykresach rys. 1 + 2. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że w zależności od stopnia wypełnienia zawału odpadami drobnofrakcyjnymi oraz współczynnika rozluźnienia zawału, czyli porowatości gruzowiska zawałowego, przy średniej ścisłości odpadów równej 20%, współczynnik osiadania będzie się zmieniać w przedziale od 0.14 do 0.663 przy wartości współczynnika osiadania dla zawału 0.7 oraz od 0.16 do 0.758 w przypadku współczynnika osiadania dla zawału równego 0.8. Stosując zatem doszczelnianie zawału odpadami drobnofrakcyjnymi o średniej ścisłości 20% można obniżyć wartość współczynnika osiadania w zależności od stopnia wypełnienia zrobów od 5.2 do 14.4% przy wysokości doszczelnianej warstwy zawału równej połowie grubości eksploatowanego pokładu i od 10.6 do 26.7% przy wysokości doszczelnianej warstwy zawału równej grubości eksploatowanego pokładu. Przy całkowitym wypełnieniu gruzowiska zawałowego odpadami drobnofrakcyjnymi o ścisłości 20% obniżenie współczynnika osiadania wyniesie 80%, pod warunkiem że doszczelniane będą zroby nie zaciśnięte,



Rys.1. Wpływ doszczelniania zawalu na wielkość współczynnika osiadania w zależności od ściśliwości materiału doszczelniającego, współczynnika rozluźnienia zawalu i grubości doszczelnianej warstwy
 Fig.1. Influence of caving grouting on the value of subsidence coefficient in dependence of compressibility of the grout, loosening ratio of caving and height of the layer being grouted



Rys.2. Względna wartość współczynnika osiadania dla zawału doszczelnianego odpadami drobnofrakcyjnymi
 Fig.2. Relative value of subsidence coefficient for a caving that have been grouted with fine grained industrial waste

4. Wnioski

Doszczelnianie zrobów zawałowych odpadami drobnofrakcyjnymi pozwala nie tylko na poprawę warunków wentylacyjnych i ograniczenie zagrożenia pożarowego przez izolowanie zrobów od czynnych wyrobisk górniczych i dostępu powietrza, ale także na zmniejszenie deformacji górotworu i powierzchni.

Przedstawione zależności pozwalają oszacować wartość współczynnika osiadania dla zawału doszczelnianego odpadami drobnofrakcyjnymi w zależności od współczynnika rozluźnienia zawału, stopnia jego wypełnienia i ściśliwości odpadów.

Doszczelnianie zrobów zawałowych odpadami drobnofrakcyjnymi o średniej ściśliwości około 20% pozwala w zależności od stopnia wypełnienia gruzowiska zmniejszyć wartość współczynnika osiadania nawet o 80% w stosunku do współczynnika osiadania dla zawału.

Przy doszczelnianiu warstwy zawału o wysokości równej grubości eksploatowanego pokładu współczynnik osiadania może ulec zmniejszeniu o 10,6 do 26,7% w zależności od porowatości zawału przy średniej ściśliwości odpadów około 20%.

LITERATURA

1. Kochmański T.: Obliczanie ruchów punktów górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej. PWN, Warszawa 1956.
2. Plewa F., Mysłek Z.: Teoretyczne podstawy wyznaczania stopnia wypełnienia rumowiska zawałowego mieszaniną odpadów drobnofrakcyjnych z wodą. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo, z. 225, 1995.
3. Staroń T., Zamojski B.: Wyznaczanie zasięgu deformacji górotworu nad pokładem eksploatowanym z zawałem stropu w świetle pomiarów podziemnych i rozważań teoretycznych. Ochrona Terenów Górniczych, nr 36, 1976.
4. Sroka A., Schober F., Sroka T.: Ogólne zależności między wybraną objętością pustki poeksploatacyjnej a objętością niecki osiadania z uwzględnieniem funkcji czasu. Ochrona Terenów Górniczych, nr 79, 1987.

Recenzent: Dr hab. inż. Maciej Mazurkiewicz

.Wpłynęło do Redakcji 10.10.1996 r.

Abstract

Grouting of caving areas with fine-grained industrial waste that mines are using in aim to decrease fire hazard and improve ventilation, implicates decreasing of mine subsidence. The paper presents results of analysis of caving area grouting influence on. Relations that have been discussed allow to determine the value of subsidence coefficient in dependence of filling ratio, loosening ratio of caving, and compressibility of the grout.

Analysis of caving grouting influence on surface subsidence that have been summarized in Fig. 1 and Fig 2., have proved that according to filling ratio and loosening ratio of caving, by average compressibility of grout equal to 20%, theoretical subsidence ratio will change from 0.14 up to 0.663 by subsidence coefficient of caving equal to 0.7 and from 0.16 to 0.758 by subsidence coefficient of caving equal to 0.8.